

ARRANGEMENT FOR AUTOMATICALLY FOCUSING AN OPTICAL INSTRUMENT

Patent Number: ☐ US3721827
Publication date: 1973-03-20
Inventor(s): REINHEIMER G
Applicant(s):: LEITZ ERNST GMBH
Requested Patent: ☐ DE2102922
Application: USD3721827 19720117
Priority Number(s): DE19712102922 19710122
IPC Classification: G01J1/20 ; G02B7/04
EC Classification: G02B21/24B3D
Equivalents: ☐ AT349786B, AT43772, ☐ CH539274, ☐ FR2122590, ☐

Abstract

In an optical instrument for viewing an illuminated object by means of an objective lens first reflecting means are provided for so reflecting a bundle of invisible light rays out of the illuminating light that the invisible light again enters the illuminating light in only one half of its cross section. The invisible light is then reflected back from the object into the respective other half of the cross section of the illuminating light where second reflecting means are provided for reflecting the invisible light onto a differential photoelectric means. A reference mark is arranged in the path of the invisible light before it is reflected from the object and an image of the reference mark is produced on the differential photoelectric means. A voltage is generated by the latter when the reference mark appears on one of the photoelectric elements constituting the differential photoelectric means, this being the case whenever the object is not in focus. A setting mechanism is provided which is actuated by the generated voltage for varying the distance between the object and the objective lens sufficiently for bringing the image of the reference mark into focus again.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑤1

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



⑤2

Int. Cl.:

G 02 b, 21/00

G 02 b, 7/04

Deutsche Kl.:

42 h, 14/03

42 h, 34/13

⑩

⑪

⑫

⑬

⑭

Offenlegungsschrift 2 102 922

Aktenzeichen: P 21 02 922.1

Anmeldetag: 22. Januar 1971

Offenlegungstag: 21. September 1972

Ausstellungspriorität: —

③0

Unionspriorität

③2

Datum: —

③3

Land: —

③1

Aktenzeichen: —

⑤4

Bezeichnung:

Verfahren zum selbsttätigen Fokussieren auf in Mikroskopen zu betrachtende Objekte

⑥1

Zusatz zu: —

⑥2

Ausscheidung aus: —

⑦1

Anmelder:

Ernst Leitz GmbH, 6330 Wetzlar

Vertreter gem. § 16 PatG: —

⑦2

Als Erfinder benannt:

Reinheimer, Günter, 6301 Fellingshausen

DT 2 102 922

eingegangen am 17.4.72

ERNST LEITZ GMBH

2102922

Aktenzeichen: P 21 02 922.1
Unser Zeichen: A 1792/B 2664
Pat Bl/Pe

633 Weizlar, den 7. April 1972
Postfach 210/211

Verfahren zum selbsttätigen Fokussieren auf
in Mikroskopen zu betrachtende Objekte

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum selbsttätigen Fokussieren auf in optischen Geräten zu betrachtende Objekte mittels eines unsichtbaren Strahlenbündels, das bei Auswanderung der Betrachtungsfläche aus der Fokusebene des Objektivs fotoelektrisch eine Steuereinrichtung erregt, die die Betrachtungsfläche in die Fokusebene zurückführt.

Eine Vorrichtung dieser Art ist durch die US-Patentschrift 3 037 423 bekannt, die im Zusammenwirken mit einem Projektor dazu dient, beim Auswandern eines Bildes aus der Fokusebene des Objektivs das Bild in diese Ebene zurückzuführen. Zu diesem Zweck ist eine besondere Strahlungsquelle vorgesehen, die Strahlen nur im Spektralbereich außerhalb des sichtbaren Lichtes, d.h. UV- oder IR-Strahlen erzeugt und die mittels des unsichtbaren Strahlenbündels von einem sammelnden optischen Glied (Meßstrahlprojektiv) im Fokus des Projektorobjektivs abgebildet wird. Das unsichtbare Strahlenbündel trifft unter einem Winkel von 45° zur optischen Achse des Projektors auf ein Objekt auf und wird zu zwei in Differenzschaltung liegenden fotoelektrischen Empfängern hinreflektiert. Stimmen Fokusebene und Objektebene in ihrer Lage überein, wird keiner der vorhandenen fotoelektrischen Empfänger erregt, stimmen sie nicht überein, wird nach Maßgabe der Auswanderung des Objektes aus der Fokusebene einer der beiden Empfänger erregt, um einen Steuerstromkreis zum Betätigen einer Einrichtung zu schließen, die die beiden Ebenen wieder in Übereinstimmung bringt.

209839/0163

- 2 -

2102922

Die bekannte Vorrichtung hat den Nachteil, daß dem unsichtbaren Strahlenbündel ein vom Objektiv des Projektors unabhängiges, zusätzliches Meßstrahlprojektiv zugeordnet ist. Abgesehen von den hiermit verbundenen Kosten ist es nämlich nicht einfach, das im unsichtbaren Strahlengang stehende Meßstrahlprojektiv und das Projektorobjektiv so auszurichten, daß sie in einem gemeinsamen Punkt fokussieren. Eine derartige Vorrichtung ist daher bei solchen Geräten praktisch nicht anwendbar, bei denen Objektive unterschiedlicher Abstimmmlängen zum Einsatz kommen. Für Mikroskope ist sie weiterhin deshalb nicht brauchbar, weil die Abmessungen der Mikroskopobjektive im allgemeinen so groß sind, daß sie den Ein- und Austritt des unsichtbaren Strahlenbündels in den bzw. aus dem Fokus des Mikroskopobjektivs von der Seite her nicht zulassen. Bei Immersionsobjektiven ist wegen der dort benötigten Flüssigkeitsschicht zwischen Betrachtungsfläche und Frontlinse eine Vorrichtung der vorstehend beschriebenen Art überhaupt nicht anwendbar.

Der Anmeldung liegt die Aufgabe zugrunde, die vorstehend angegebenen Nachteile zu vermeiden und das durch die US-Patentschrift 3 037 423 bekannte Verfahren zum selbsttätigen Schaffstellen von in optischen Geräten zu betrachtenden Objekten so auszubilden, daß es auch bei Mikroskopen anwendbar ist.

Diese Aufgabe wird in der Hauptsache dadurch gelöst, daß das zur Abbildung einer Marke benutzte, unsichtbare Strahlenbündel in das Beleuchtungsstrahlenbündel des Mikroskops so eingespiegelt wird, daß das Bild der Marke nur in einer Hälfte des Querschnitts dieses Strahlenbündels enthalten ist und daß die zur Abbildung der Marke dienenden Strahlen zusammen mit den Beleuchtungsstrahlen durch das Objektiv geführt und von der Objektebene in diejenige Hälfte

2102922

des Strahlenbündels zurückgespiegelt wird, in dem das Bild der Marke bisher nicht enthalten war, und von hier aus zur fotoelektrischen Einrichtung gelangt.

Zweckmäßig ist es, wenn das zur Abbildung der Marke benutzte, unsichtbare Strahlenbündel zwischen dem Kondensor der Lichtquelle und der Aperturblende aus dem Beleuchtungsstrahlenbündel herausgespiegelt und vor Eintritt des Beleuchtungsstrahlenbündels in das Objektiv diesem Strahlenbündel außermittig wieder zugeführt wird. Es kann aber auch so verfahren werden, daß das unsichtbare Strahlenbündel dem Beleuchtungsstrahlenbündel des Mikroskops zwischen dem Kondensor der Lichtquelle und einem als Leuchtfeldblende dienenden Plättchen außermittig zugeführt wird. Die Abbildungsebenen der Marke - bezogen auf beide Richtungen des unsichtbaren Strahlenbündels - können mit der Ebene des Plättchens zusammenfallen. Vorteilhafter ist es aber, wenn nur der auf das Objekt hinlaufende Teil des zur Abbildung der Marke benutzten unsichtbaren Strahlenbündels nach Ausblendung einer seiner Hälften die Leuchtfeldblende des Mikroskops durchläuft und bei dem vom Objekt zurückgespiegelten unsichtbaren Strahlenbündel die Marke in einer Zwischenbildenebene des Mikroskops abgebildet wird.

Eine Vorrichtung zur Durchführung der vorgenannten Verfahren ist zweckmäßig so ausgebildet, daß die fotoelektrische Einrichtung fotoelektrische Empfänger in Differenzschaltung enthält mit einer dazwischen liegenden, die Nullage definierenden Dunkelmarke, die in Größe und Form dem erzeugten Markenbild entspricht und so angeordnet ist, daß bei Übereinstimmung von Fokusebene und Betrachtungsfläche das Markenbild die Dunkelmarke bedeckt und keiner der fotoelektrischen Empfänger mehr

209839/0163

Licht erhält, während bei Abweichungen zwischen Fokus-ebene und Betrachtungsfläche einer der Empfänger nach Maßgabe der Auswanderung des Markenbildes aus der Nullage erregt wird. Besonders günstig ist es, wenn die Dunkelmarke in der Zwischenbildebene des Mikroskops vorgesehen ist. Es kann aber auch vorteilhaft sein, wenn in den Strahlengang des vom Objekt zurückgespiegelten unsichtbaren Strahlenbündels eine zur Achse dieses Bündels schräg gestellte, rotierende, transparente und planparallele Platte eingefügt ist und zwei kreissektorförmige, fotoelektrische Empfänger vorhanden sind, zwischen denen sich beidseitig Dunkelmarken befinden.

Die Erfindung ist nachstehend anhand mehrerer Ausführungsbeispiele näher beschrieben.

Es zeigen

- Fig. 1 ein Mikroskop üblicher Bauart mit schematischer Darstellung des Meßstrahlenganges;
- Fig. 2 u. 3 ein Beispiel, bei dem das Meßstrahlenbündel aus dem Beleuchtungsstrahlenbündel ausgespiegelt ist;
- Fig. 4a - 6 verschiedene Ausführungsformen, bei denen das Meßstrahlenbündel in das Beleuchtungsstrahlenbündel eingeführt ist;
- Fig. 7 eine Ausführungsform mit fotoelektrischen Empfängern spezieller Ausbildung;
- Fig. 8a - 8c ein weiteres Beispiel, bei dem die vom Objekt zurückgespiegelte Marke in die Zwischenbildebene des Mikroskops abgebildet wird.

2102922

In Figur 1 ist die Erfindung an einem Mikroskop üblicher Bauart schematisch dargestellt, Das Mikroskop besitzt einen Fuß F, einen Tubusträger TT, einen Objektivrevolver OR mit Objektiven Ob, einen Objektstisch OT und ein Okular Ok. Eine Lichtquelle L beleuchtet das auf dem Objektstisch liegende Objekt mit Auflicht. Hier setzt die Erfindung ein, die gemäß Figur 1 ihrem Wesen nach darauf beruht, daß aus den von der Lichtquelle L ausgehenden Strahlen mittels eines IR-Lichtteilers 3 die unsichtbaren Meßstrahlen 8c ausgespiegelt und diese Strahlen dem Objektiv 8 außermittig zugeführt werden. Nach Auftreffen auf das Objekt 9 werden die Meßstrahlen durch das Objektiv 8 wieder außermittig in das Beobachtungsstrahlenbündel 8b zurückgeführt und hiernach aus diesem Strahlenbündel ausgespiegelt und einer fotoelektrischen Einrichtung W zugeführt, deren Ausgangssignale bei Auswanderung des Objektes aus der Fokusebene des Mikroskopobjektivs in üblicher Weise einen Servokreis S beeinflussen, mit welchem durch Heben oder Senken des Objektstisches OT das Objekt und die Fokusebene wieder in eine übereinstimmende Lage gebracht werden.

In den Figuren 2 und 3 ist diese Wirkungsweise näher erläutert. Nach diesen Figuren gelangen Strahlen von einer Lichtquelle 1 in üblicher Weise über einen Kondensor 2, eine Aperturblende 4, eine Leuchtfeldblende 5, eine Linse 6 und einen als Lichtteiler 7 ausgebildeten Spiegel sowie über das Mikroskopobjektiv 8 als Auflicht zu dem Objekt 9.

Aus diesem Beleuchtungsstrahlenbündel 8a wird durch den IR-Lichtteiler 3 ein unsichtbares Strahlenbündel 8c ausgespiegelt. Dieses gelangt über einen weiteren Spiegel 10 und eine Linse 11 zu einem Spalt 12'. Das Bild dieses Spaltes wird durch eine Linse 13 im Unendlichen abgebildet und gelangt über einen Spiegel 14 zu einem Prisma 16

2102922

und durch diesen über einen weiteren Spiegel 14' in das Beleuchtungsstrahlenbündel 8a zurück. Das Prisma 16 ist so ausgebildet und angeordnet, daß die den Spalt 12' abbildenden Strahlen 8c außermittig zur Achse des Beleuchtungsstrahlenbündels und somit seitlich in das Mikroskopobjektiv 8 eingespiegelt werden. Die Abbildung des Spaltes 12' liegt in der Fokusebene des Objektivs 8. Die auf das Objekt 9 auftreffenden Strahlen werden von diesem reflektiert und gelangen hierdurch zum Mikroskopobjektiv 8 zurück. Aufgrund des Reflexionsgesetzes liegt das Bild des Spaltes 12' nun in der anderen Seite des Beleuchtungsstrahlenbündels 8a bzw. des Beobachtungsstrahlenbündels 8b. Aus diesem wird es durch den als IR-Lichtteiler ausgebildeten Spiegel 14' dem Prisma 16 wieder außermittig zugespiegelt. Von diesem Prisma gelangt es über einen Spiegel 15 und eine Linse 17 zu einer fotoelektrischen Einrichtung 18. Diese hat im vorliegenden Beispiel eine Dunkelmarke 18c sowie zwei Empfänger 18a, 18b, die als Teile eines Fotometers bei Auswanderung des Objektes aus der Fokusebene des Mikroskopobjektivs in bekannter Weise einen Servokreis beeinflussen, der durch Heben oder Senken des Mikroskoptisches das Objekt und die Fokusebene wieder in Übereinstimmung bringt.

In der Ausführungsform nach Fig. 4a gelangen die von der Lichtquelle 1 ausgehenden Strahlen wiederum in bekannter Weise über den Kondensor 2 und den Spiegel 7 zum Objektiv 8 und danach zum Objekt 9. In dieses Beleuchtungsstrahlenbündel 8a wird ein von einer Glühlampe 19 ausgehendes IR-Strahlenbündel 8c über ein Linsensystem 20 und ein Plättchen 21 eingespiegelt, welches die IR-Strahlen reflektiert, das von der Lichtquelle 1 kommende Licht aber durchläßt. Das IR-Strahlenbündel trifft außerhalb der Achse des Beleuchtungsstrahlenbündels 8a auf das

Plättchen 21 und wird von diesem auf ein weiteres Plättchen 22 gelenkt, das die Strahlen des sichtbaren Lichtes ungehindert durchläßt, während das IR-Strahlenbündel nur durch einen schmalen Spalt 12' in der Mitte des Plättchens 22, also unter Bilden einer Marke, durch dieses hindurchtreten kann. Wenn das Objektiv auf das Objekt scharf gestellt ist und damit auch die Marke auf dem Objekt abgebildet wird, so entsteht das Bild der Marke nach Reflexion wieder im Spalt 12' des Plättchens 22. Die Meßstrahlen 8c werden dann am Plättchen 21 reflektiert und fallen auf das Linsensystem 23a. Der Spalt wird dadurch erneut, diesmal auf der die Nullage definierenden Dunkelmarke 23d der fotoelektrischen Einrichtung 23b, abgebildet. Der Verlauf des unsichtbaren Strahlenbündels 8c von der Glühlampe 19 bis zur Einrichtung 23b ist in der Fig. 4a durch die eingezeichneten Pfeile verdeutlicht.

Liegt das Objekt 9 außerhalb der Schärfenebene, wie in Fig. 4b schematisch dargestellt ist, so wandert das Bild der Marke entsprechend der dargestellten Auswanderung im Objektiv 8 aus der Nullage der Einrichtung 23b aus. Einer der Empfänger 23c, 23d gibt ein Signal zum Fokussieren des Objektes und der Servokreis wird solange in Funktion gesetzt, bis das Objekt wieder scharfgestellt ist und somit das Bild der Marke wieder in die Nullage fällt.

Das Beispiel nach Fig. 5 unterscheidet sich von dem nach Fig. 4a dadurch, daß das Plättchen 22' in dem vor der Einspiegelung liegenden Teil des Meßstrahlenbündels 8c liegt. Als Mittel zur Einspiegelung dient ein unter 45° stehendes Plättchen 24. Wenn das Objekt scharfgestellt ist, so wird der in die Leuchtfeldblende 25 abgebildete Spalt 12' automatisch auch auf das Objekt abgebildet und nach der Reflexion erneut in die Leuchtfeldblende. Dieses

Bild wird dann mittels des Plättchens 24 und des Linsensystems 26 vergrößert und der fotoelektrischen Einrichtung 23b zugeführt.

Im Beispiel nach Fig. 6 ist die Ausführungsform nach Fig. 5 dadurch abgeändert, daß das Plättchen 24' senkrecht zur Achse des Beleuchtungsstrahlenbündels 8a steht.

Anstelle des Dargestellten können selbstverständlich auch anders aufgebaute fotoelektrische Einrichtungen vorgesehen sein. So kann beispielsweise - wie in Fig. 7 gezeigt ist - in dem Strahlenbündel der vom Objekt 9 zurückgespiegelten und danach vom Plättchen 24 abgelenkten Meßstrahlen 8c eine zur Achse dieses Strahlenbündels schräg gestellte, rotierende, transparente und planparallele Platte 27' vorgesehen und zwei kreissektorförmige, fotoelektrische Empfänger 27a, 27b vorhanden sein, zwischen denen sich beidseitig Dunkelmarken 27c, 27d befinden.

Nach den Figuren 8a bis 8c gelangen die von der Lichtquelle 1 ausgehenden Strahlen ebenso wie bei den vorhergehenden Beispielen über den Teilerspiegel 7 zum Objektiv 8 und danach zum Objekt 9, das in der Fig. 8a in der Fokusebene 9a liegt. Das von der Glühlampe 19 ausgehende unsichtbare Strahlenbündel 8c wird hier jedoch - wie Fig. 8a zeigt - mit einer Linse 28 parallel gerichtet. Eine nachgeschaltete Zylinderlinse 29 beleuchtet einen Spalt 12' einer Spaltblende 30. Dieser Spalt wird mit der Linse 31 über einen dichromatischen Lichtteiler 32 in die Ebene der Leuchtfeldblende 33 abgebildet. Die Linse 34 bildet die Leuchtfeldblende 33 über den Lichtteiler 7 und Objektiv 8 ins Objekt 9 ab. Die Halbblende 35 wird mit der Linse 34 in die Pupille des Objektivs abgebildet. Im Beleuchtungsstutzen ist noch ein IR-Sperrfilter 36 eingebaut.

Im abbildenden Strahlenbündel 8b bildet das Objektiv 8 hierbei das Objekt 9 mit dem Bild der Marke 12' in die Zwischenbildebene 18d des Mikroskops ab. Im Tubus vor der Zwischenbildebene 18d ist ein weiterer dichromatischer Lichtteiler 37 angebracht, der das Beobachtungsstrahlenbündel 8b und das Meßstrahlenbündel 8c trennt. Die Beobachtungsstrahlen werden durch ein IR-Sperrfilter 38 beispielsweise einem Okular 39 oder einer nicht dargestellten Fernsehkamera zugeführt. Die vom dichromatischen Lichtteiler 37 durchgelassenen Meßstrahlen 8c erzeugen ein Spaltbild auf der fotoelektrischen Einrichtung 18, die eine als Blende ausgebildete Dunkelmarke 18c aufweist, deren Stegbreite genau der Größe des abgebildeten Spaltes 12' entspricht. Wenn ein Objekt 9 genau in der Fokusebene 9a liegt (Fig. 8a), wird keiner der Empfänger 18a, 18b mit Licht beaufschlagt. Ist das Objekt 9 nicht in der Fokusebene - entsprechend den Darstellungen in Fig. 8b bzw. 8c -, wird einer der Empfänger 18a, 18b mit Licht beaufschlagt. Über einen nicht dargestellten Verstärker wird ein Servokreis angesteuert. Dieser verstellt den Einstellmechanismus des Mikroskoptisches solange, bis die Empfänger 18a, 18b keinen Strom mehr liefern. Das Objekt steht dann wieder genau im Fokus.

A n s p r ü c h e

1. Verfahren zum selbsttätigen Scharfstellen von in optischen Geräten zu betrachtenden Objekten mittels eines unsichtbaren Strahlenbündels, das bei Auswanderung der Objekzebene aus der Fokusebene des Objektivs fotoelektrisch eine Steuereinrichtung erregt, die die Objekzebene in die Fokusebene zurückführt, dadurch gekennzeichnet, daß in Anwendung dieses Verfahrens bei Mikroskopen das zur Abbildung einer Marke (12') benutzte, unsichtbare Strahlenbündel (8c) in das Beleuchtungsstrahlenbündel (8a) des Mikroskops so eingespiegelt wird, daß das Bild der Marke (12') nur in einer Hälfte des Querschnitts dieses Strahlenbündels enthalten ist, daß die zur Abbildung der Marke (12') dienenden Strahlen (8c) zusammen mit den Beleuchtungsstrahlen (8a) durch das Objektiv (8) geführt und von dem Objekt (9) in diejenige Hälfte des Abbildungsstrahlenbündels (8a, 8b) zurückgespiegelt wird, in dem das Bild der Marke (12') bisher nicht enthalten ~~war~~ war, und von hier aus zur fotoelektrischen Einrichtung (W, 18, 23b, 27) gelangt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das zur Abbildung der Marke (12') benutzte Strahlenbündel (8c) zwischen dem Kondensor (2) der Lichtquelle (1) und der Aperturblende (4) aus dem Beleuchtungsstrahlenbündel (8a) herausgespiegelt und vor Eintritt des Beleuchtungsstrahlenbündels in das Objektiv (8) diesem Strahlenbündel außermittig wieder zugeführt wird (Fig.2).
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das zur Abbildung der Marke (12') benutzte Strahlenbündel (8c) dem Beleuchtungsstrahlenbündel (8a) des Mikroskops zwischen dem Kondensor (2) der Lichtquelle (1) und dem als Leuchtfeldblende dienenden Plättchen (22) außermittig zugeführt wird (Fig. 4a).

209839/0163

2102922

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Abbildungsebenen der Marke - bezogen auf beide Richtungen des unsichtbaren Strahlenbündels (8c) - mit der Ebene des Plättchens (22) zusammenfallen (Fig. 4a).
5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß nur der auf das Objekt (9) hinlaufende Teil des zur Abbildung der Marke (12') benutzten unsichtbaren Strahlenbündels (8c) nach Ausblendung einer seiner Hälften die Leuchtfeldblende (33) des Mikroskops durchläuft und das vom Objekt (9) zurückgespiegelte unsichtbare Strahlenbündel (8c) zur Abbildung der Marke (12') in einer Zwischenbildebene (18d) des Mikroskops ausgenutzt wird (Fig. 8a).
6. Vorrichtung zur Durchführung der Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die fotoelektrische Einrichtung fotoelektrische Empfänger (18a, 18b; 23c, 23d; 27a, 27b) in Differenzschaltung enthält mit einer Dunkelmarke (18c, 23e, 27c, 27d), die in Größe und Form der abgebildeten Marke (12') entspricht und so angeordnet ist, daß bei Übereinstimmung von Fokusebene (9a) und Betrachtungsfläche das Markenbild die Dunkelmarke bedeckt und keiner der fotoelektrischen Empfänger mehr Licht erhält, während bei Abweichungen zwischen Fokusebene und Betrachtungsfläche einer der Empfänger nach Maßgabe der Auswanderung des Markenbildes aus der Nulllage erregt wird.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Dunkelmarke (18c, 23e, 27c, 27d) in der Zwischenbildebene (18d) des Mikroskops vorgesehen ist (Fig. 8a, 8b, 8c).

209839/0163



Patentabteilung
B1/Pe

- 12 -

A 1792/B 2664
7.4.1972

2102922

8. Vorrichtung nach den Ansprüchen 6 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß in den Strahlengang des vom Objekt (9) zurückgespiegelten unsichtbaren Strahlenbündels (8c) eine zur Achse dieses Bündels schräg gestellte, rotierende, transparente und planparallele Platte (27') eingefügt ist und zwei kreissektorförmige, fotoelektrische Empfänger (27a, 27b) vorhanden sind, zwischen denen sich beidseitig Dunkelmarken (27c, 27d) befinden.

209839/0163

Fig. 1

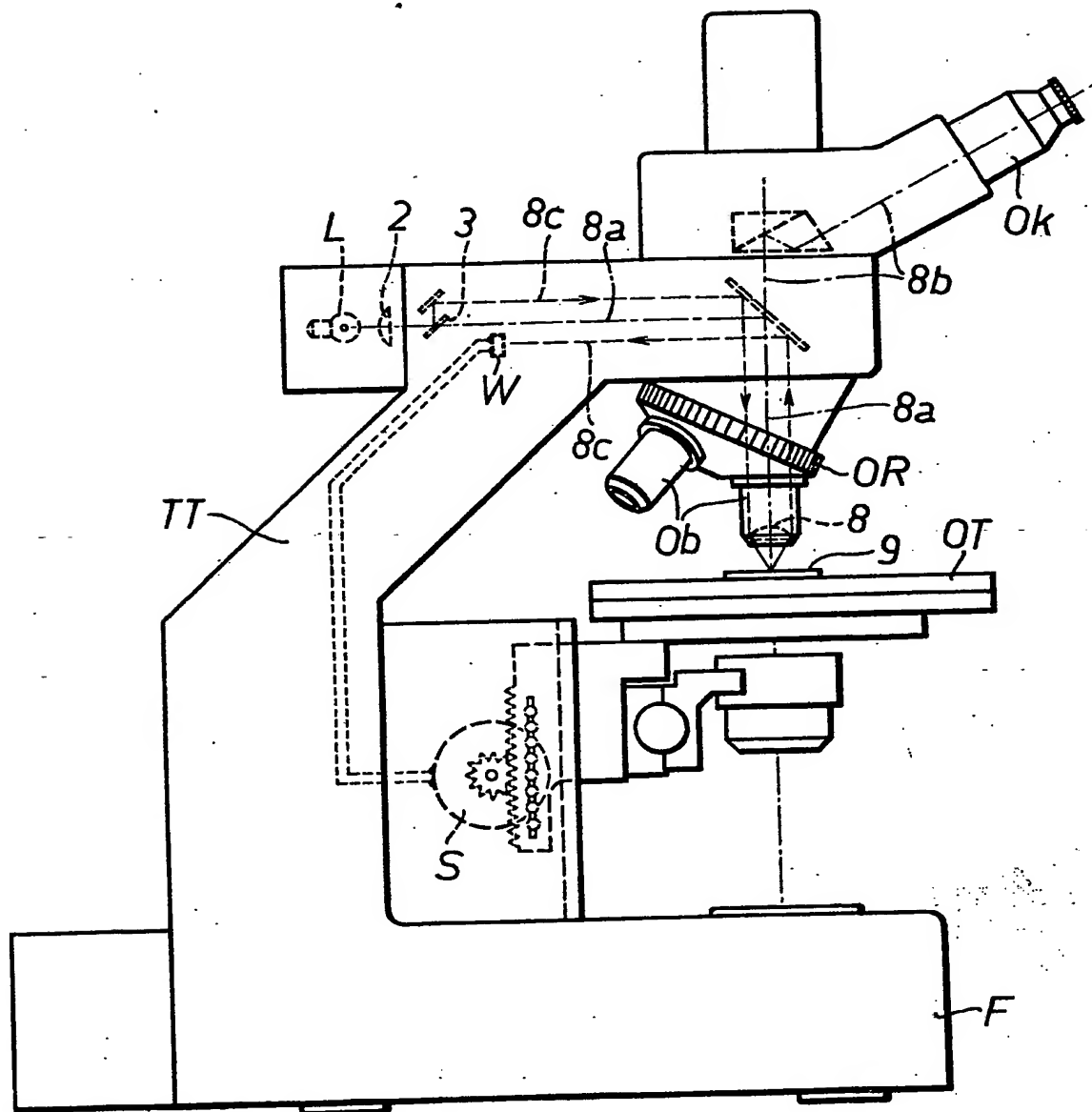


Fig. 2

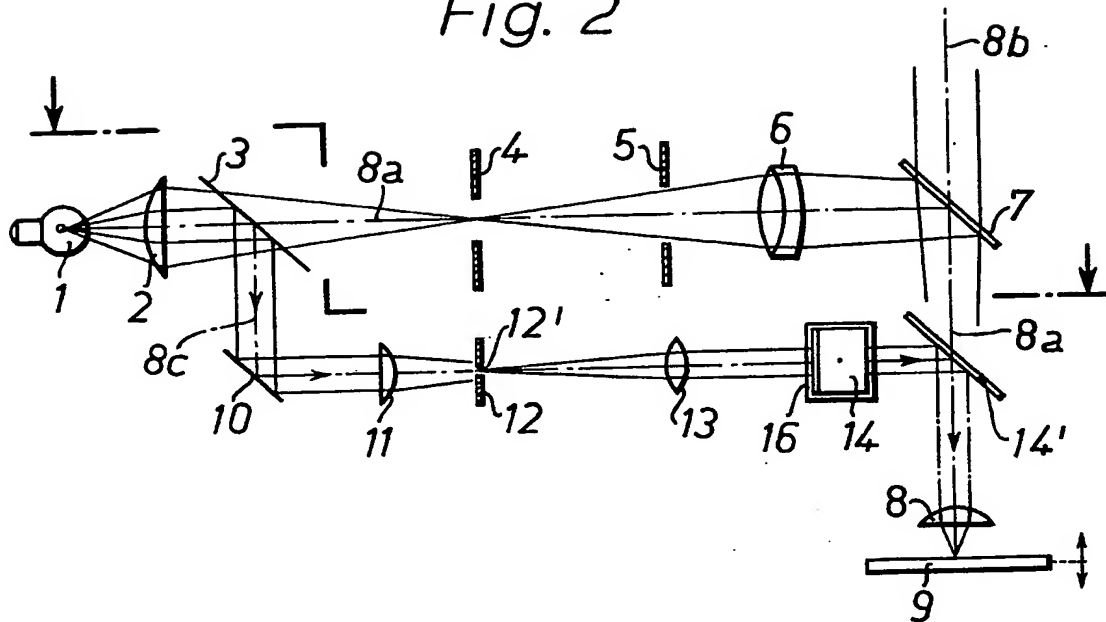
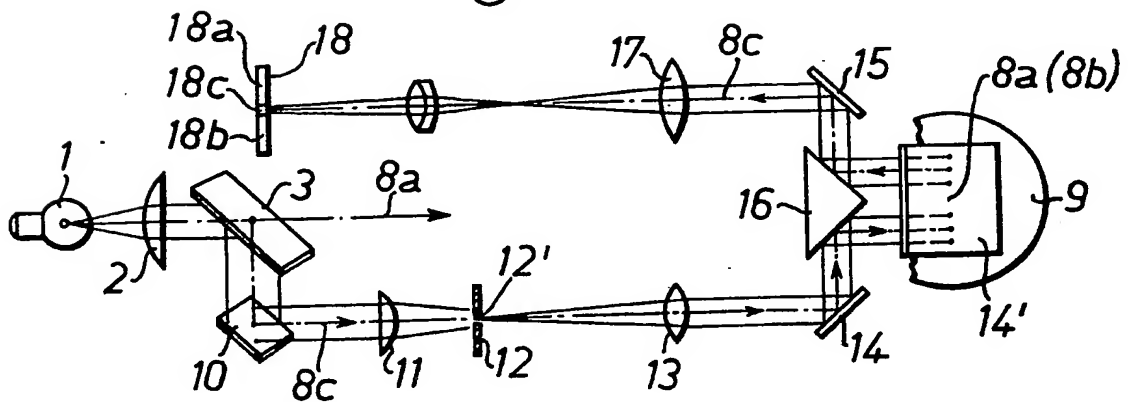


Fig. 3



2102922

Fig. 4a

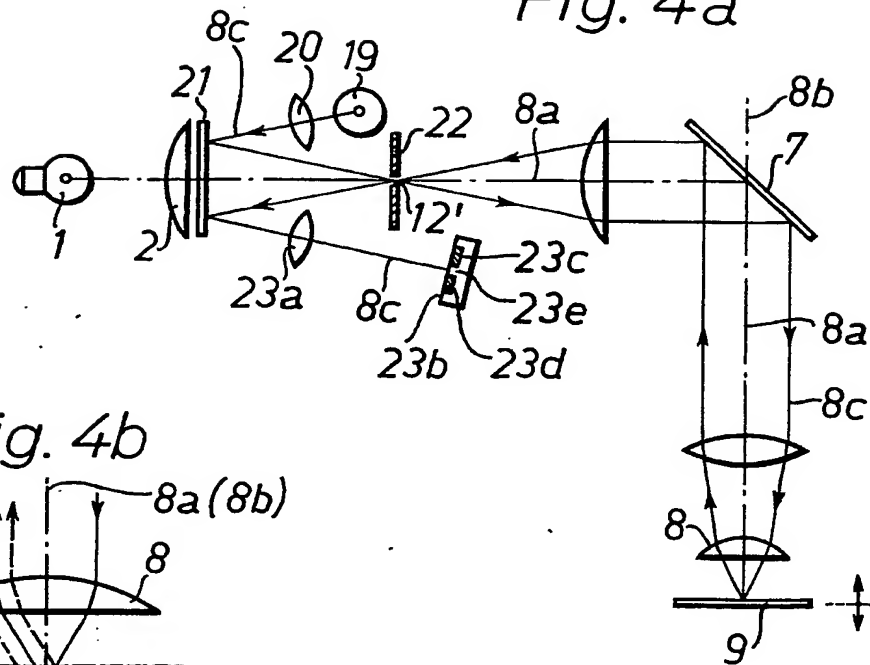


Fig. 4b

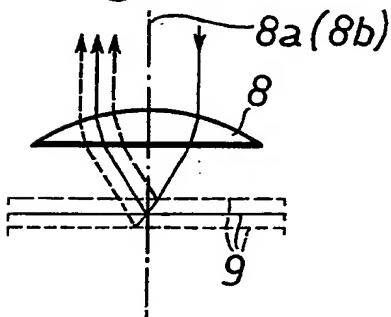
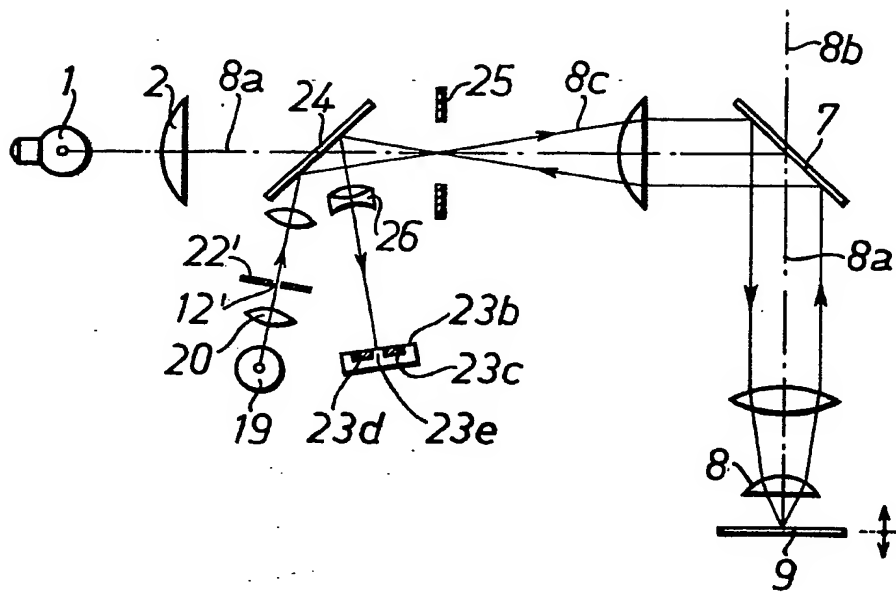


Fig. 5



209839/0163

Ernst Leitz, GmbH.
Wetzlar

Fig. 6 2102922

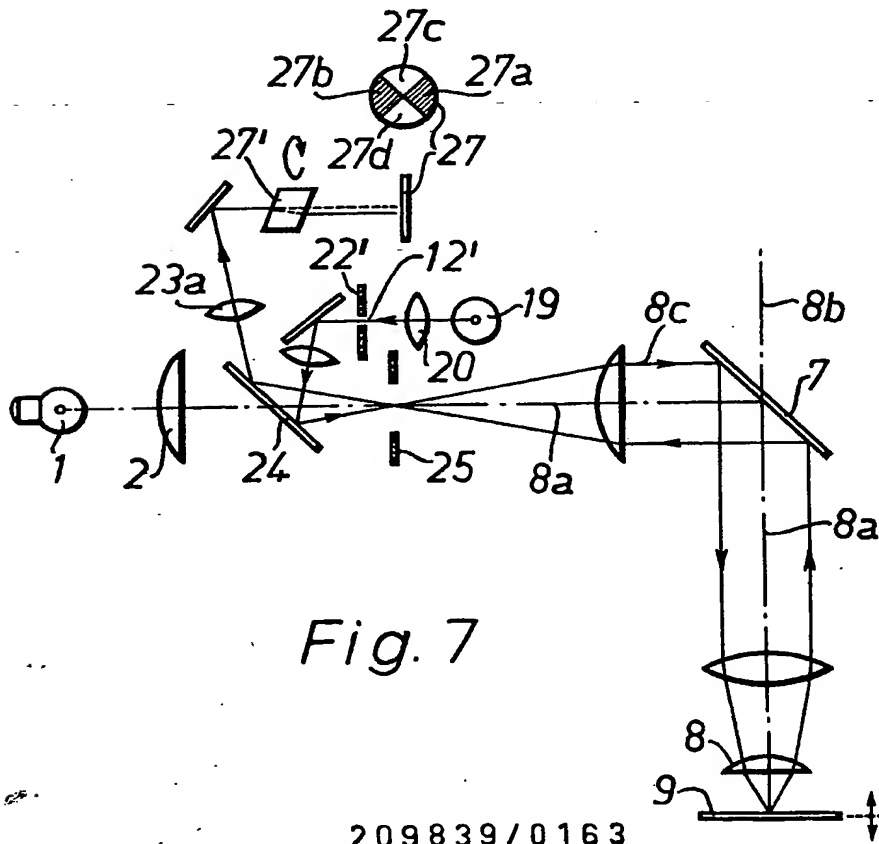
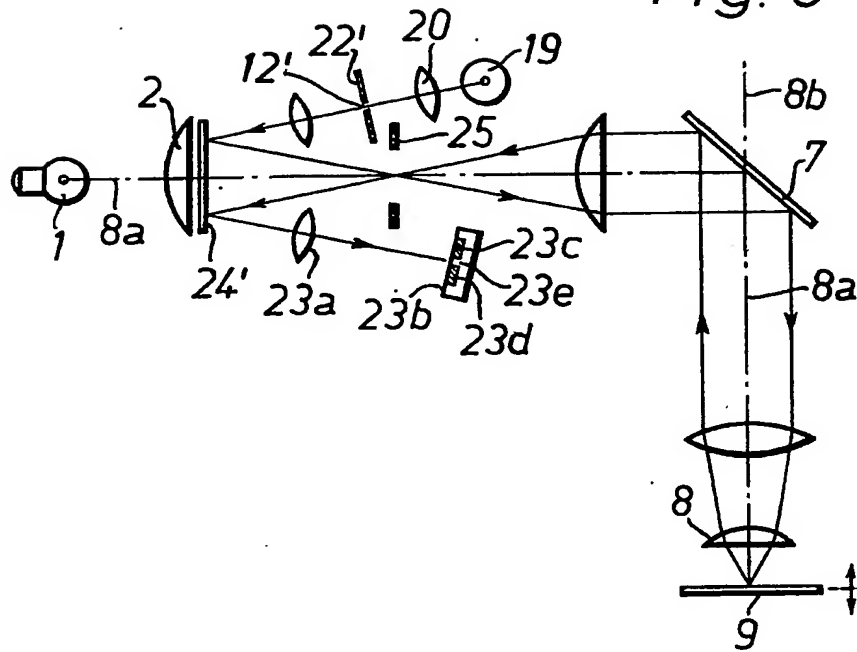


Fig. 7

209839/0163

2102922

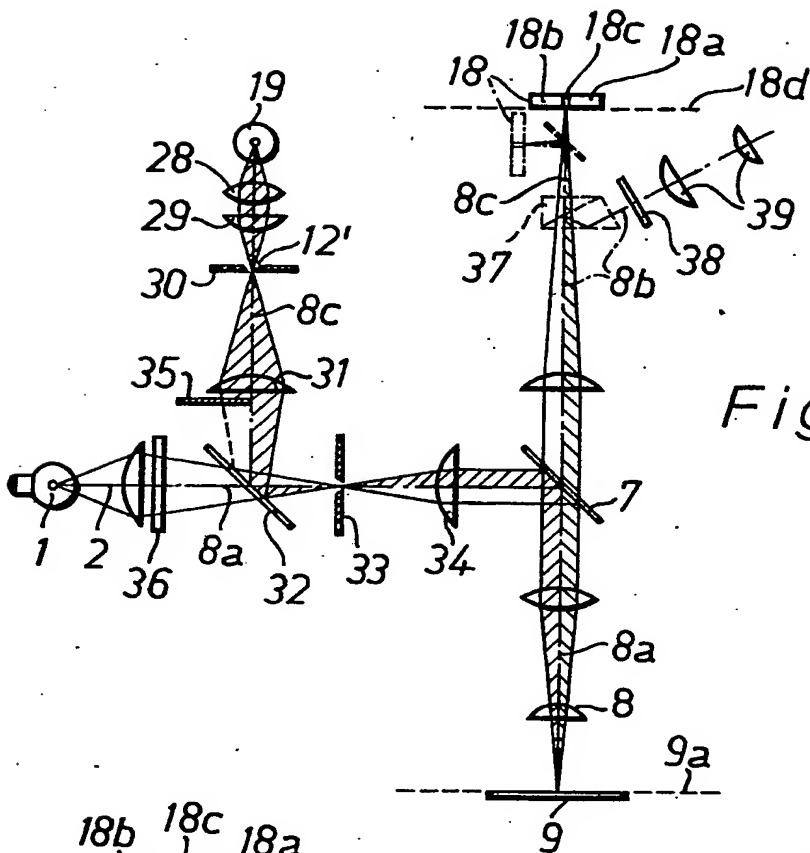


Fig. 8a

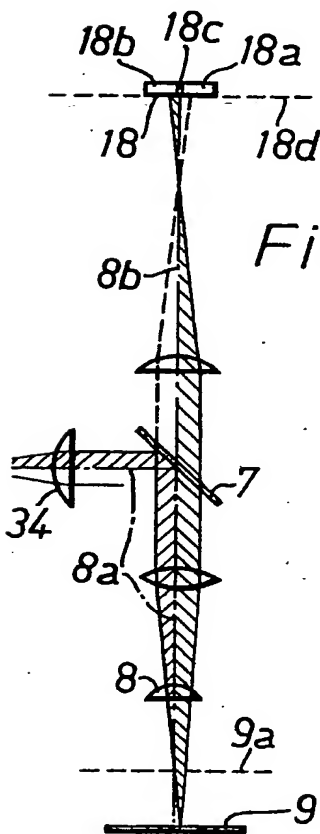


Fig. 8b

Fig. 8c

